

たのは EDB の微生物相に対する効果の違いが影響したためと考えられる(石橋, 1982)。

引用文献

- 1) 荒城雅昭・中園和年・佐野善一(1982) 九病虫研究会報 28: 223 (講要). 2) 家入章・古山覚(1964) 九病虫研究会報 10: 39-41. 3) 稻垣春郎(1981) 応動昆第25回大会, 講要: 134. 4) 石橋信義(1982) 九病

- 虫研究会報 28: 183-186. 5) 松尾卓見・宮下秀子・福西 務(1979) 日植病報 45: 80 (講要). 6) 皆川望(1976) 九病虫研究会報 22: 121-123. 7) 小川奎(1982) 植物防疫 36: 221-224. 8) 柳田良雄・村永治喜(1979) 九病虫研究会報 25: 19-20. 9) 農林省振興局研究部(1960) 線虫研究指針 110pp. (1983年6月4日 受領)

数種対抗植物における線虫密度抑制機構—サツマイモ ネコブセンチュウの侵入及び発育反応

佐野 善一・中園 和年・荒城 雅昭(九州農試)

Penetration and development of *Meloidogyne incognita* in some enemy and host plants.

Zen-ichi SANO, Kazutoshi NAKASONO and Masaaki ARAKI (Kyushu National Agricultural Experiment Station, Nishigoshi, Kumamoto 861-11)

Six enemy plants, which had effectively reduced the number of *M. incognita* larvae in soil, and two host plants were observed for the penetration of roots and development of nematodes 10, 20 and 30 days after inoculation of 2nd stage larvae. Percentage of penetration exceeded 30% in the root of host plants, *Lycopersicon esculentum* and *Sorghum bicolor* and of enemy plants, *Crotalaria spectabilis*, *Macroptilium atropurpureum*, *S. bicolor* var. *hoki*, and *Tagetes patula* during the experimental period (30 days). The percentage was less than 10% on three enemy plants, *Arachis hypogaea*, *Cassia obtusifolia* and *Panicum maximum*. Complete inhibition of development or of parasitism in the root of *A. hypogaea*, *P. maximum* and *T. patula* was recorded on the 10th, 20th and 30th day, respectively. Growth of 2nd stage larvae was found to occur in the root of *C. obtusifolia* and *Cr. spectabilis*, but no larvae developed to the 3rd stage. Only a few larvae that had reached the 3rd stage were detected in the root of *M. atropurpureum* after 30 days. On the 30th day, *S. bicolor* var. *hoki* harbored a small percentage of females which did not lay eggs, and a large number of males. In contrast in *L. esculentum*, many females laid eggs but only a few males were observed.

栽培によって土壤中の有害な線虫類の密度を効果的に低下させることのできる植物を、広義に対抗植物(enemy plant)と呼んでいる。なかでも、マリーゴールドについてはオランダ等で早くからネグサレセンチュウ類や一部のネコブセンチュウ類にすぐれた効果が知られ、(DAULTON and CURTIS, 1963, Oostenbrink et al., 1957, SUATOMADJI, 1969) その有効成分の化学構造もすでに解明されている(UHLENBROEK and BIJLOO, 1958, 1959)。わが国でも三浦半島のダイコンに著害をもたらすキタネグサレセンチュウの防除法としてマリーゴールドの栽培が実用化されている事例がある(近岡ら, 1971)。

筆者らは1980年以来、主として九州におけるネコブセンチュウおよびネグサレセンチュウ類に対して有効な対

抗植物の探索を行っている。現在までに、マリーゴールドを含む10数種類の植物にサツマイモネコブセンチュウの密度抑制効果を認めているが(未発表)、これらの実用化に先だって、解決しなければならない多様な問題がある。本報では、サツマイモネコブセンチュウの防除に有望とみられる数種植物の線虫密度抑制機構の解明を目的として行った、幼虫の根への侵入と発育および死亡に関する試験結果を報告する。

報告にあたり、日頃、暖いご指導・助言を頂いた九州農業試験環境第一部長湯嶋 健博士に厚く御礼申しあげる。

材料及び方法

1. 供試線虫: 九州農業試験場(熊本県西合志町) 18号ほ場産の、単一卵のうから増殖したサツマイモネコブ

Table 1. Number of *M. incognita* within the roots of the 9 kinds of plants 10, 20, and 30 days after inoculation

Plant		Number of nematodes within roots			
Species (Common name in Japanese)	Cultivar or strain	After 10 days		After 20 days	After 30 days
		No. / plant (%) ^a	No. / g root	No. / plant	No. / plant
<i>Arachis hypogaea</i> L. (ラッカセイ)	Chibahandachi	29.0±16.7 (9.7)	1.0	0	0
<i>Panicum maximum</i> Jacq. (ギニアグラス)	951	21.4±33.4 (7.2)	25.0	1.0	0
<i>Tagetes patula</i> L. (フレンチマリーゴールド)	Carmen	104.2±43.8 (34.8)	166.1	72.9	3.6
<i>Cassia obtusifolia</i> L. (エビスグサ)		0.6± 1.1 (0.0)	1.5	4.4	3.5
<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth. (クロタリヤ)		29.6±19.4 (9.9)	70.4	91.2	55.2
<i>Macroptilium atropurpureum</i> Moc & Sesse. (シラトロ)		192.4±164.5(64.3)	510.6	183.2	64.3
<i>Sorghum bicolor</i> Moench var. <i>hoki</i> Ohmi (ホウキモロコシ)		81.0±27.4 (27.1)	123.9	98.1	50.2
<i>S. bicolor</i> Moench (ソルゴー)	Sweet sorghum	70.6±14.0 (23.6)	46.5	95.5	73.3
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. (トマト)	Rutgers	111.8±44.7 (37.4)	215.3	179.5	142.6

a: Figures indicate average of 5 replicated plants, 95% fiducial limits and percentage penetration in parentheses.

センチュウ (*Meloidogyne incognita*) を供試した。

2. 供試植物: 次の9種を用いた。かつこ内の記述は、それぞれの品種または系統及び入手先を示す。対抗植物: ギニアグラス (951; 九州農試草地部), ホウキモロコシ (農技研種子貯蔵管理室), ラッカセイ (千葉半立; 九州農試作物第2部), *Crotalaria spectabilis* (EMBRAPA/CENARGEN, ブラジル), シラトロ (Instituto Experiment Agricora Tropical da Amazônia, ブラジル), エビスグサ (在来種), フレンチマリーゴールド (カルメン; タキイ種苗)。対照感受性植物: トマト (Rutgers; North Carolina State Univ., U.S.A.), ソルゴー (スイートソルゴー; 雪印種苗)

3. 供試土壌: 腐植質火山灰土をオートクレープにより高圧滅菌し, 300g を直径9cmのポリエチレンポットにつめた。苦土石灰, 熔成燐肥, 尿素硫加燐安48号 (N・P・K各16%含有) を基肥としてそれぞれ, 土壌10kg当たり6.67g, 9.26g, 11.57gずつ施用した。

4. 線虫接種及び各植物の栽培: 前記のポリエチレンポットにあらかじめ催芽した各植物の種子を1粒ずつ播種し, 24℃恒温の人工気象室で栽培管理した。播種後10~14日目に, 25℃で48時間内にふ化した新鮮な第2期幼虫を, ポット当たり299頭ずつ接種した。

5. 寄生虫数及び发育ステージの調査: 接種後10, 20及び30日後に各植物とも5ポットずつ掘り取って根をて

いねいに洗い, 根こぶの着生程度を調査し, 附着水を十分に除去してから生根重を測定した。続いて寄生虫数と发育ステージを調べるために, 接種10日目の植物は全根系を, また20日と30日目の植物は根系の一部をアニリンブルーラクトフェノールで染色した。寄生虫数と发育ステージは主として実体顕微鏡で調査したが, 接種30日目の場合は線虫を根から取り出し, 複合顕微鏡 (150~600倍) で精査した。发育ステージは次のように区分して調査した。(A)侵入前と同一形体で未发育の第2期幼虫, (B)若干の肥大を示す第2期幼虫, (C)肥大が進み尾部は丸味を呈するがスパイク状の尾を持ち, 口針もある第2期幼虫, (D)スパイク状の尾部を失い, 口針を欠く第3及び4期幼虫, (E)脱皮を完了し, 口針を持ち肥大が進み, perineal patternのある未産卵の雌成虫, (F)産卵中の雌成虫, 及び(G)雄成虫。

試 験 結 果

第1表に接種後10日, 20日及び30日目に於ける寄生虫数の動きを示した。侵入率 (接種頭数に対する10日目の寄生虫数の割合) を各植物間で比較すると, 好適寄主のトマトの37.4%に対して, シラトロとフレンチマリーゴールドでは同等またはそれ以上となり, ソルゴーとホウキモロコシでは逆にやや低く, その他の植物では大きく下まわった。特にエビスグサに対する侵入はほとんどみ

Table 2. Rate of development of *M. incognita* on the 9 kinds of plants*

Plant	Days after inoculation	Total No. of nematodes examined	2nd stage larvae ^b			3rd and 4th stage larvae	Adult females		Adult males
			A	B	C		before laying eggs	egg-laying	
<i>A. hypogaea</i> L.	10	145	100	0	0	0	0	0	0
	20	0	—	—	—	—	—	—	—
	30	0	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. maximum</i> Jacq.	10	107	100	0	0	0	0	0	0
	20	1	100	0	0	0	0	0	0
	30	0	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. patula</i> L.	10	521	100	0	0	0	0	0	0
	20	75	100	0	0	0	0	0	0
	30	3	100	0	0	0	0	0	0
<i>C. obtusifolia</i> L.	10	3	100	0	0	0	0	0	0
	20	12	100	0	0	0	0	—	0
	30	8	87.5	12.5	0	0	0	0	0
<i>Cr. spectabilis</i> Roth.	10	148	100	0	0	0	0	0	0
	20	131	45.0	45.8	9.2	0	0	0	0
	30	124	5.6	47.0	46.8	0	0	0	0
<i>M. atropurpureum</i> Moc & Sesse.	10	962	60.7	38.0	1.2	0	0	0	0
	20	422	34.6	49.1	16.4	0	0	0	0
	30	167	3.0	52.7	43.1	1.2	0	0	0
<i>S. bicolor</i> Moench var. <i>hoki</i> Ohmi	10	405	71.1	27.2	1.7	0	0	0	0
	20	162	7.4	40.7	19.8	22.2	9.9	0	0
	30	68	1.5	22.1	32.4	23.5	4.4	0	16.2
<i>S. bicolor</i> Moench	10	353	53.8	44.8	1.4	0	0	0	0
	20	103	15.5	32.0	21.4	21.4	9.7	0	0
	30	45	4.4	22.2	44.4	15.6	6.7	2.2	4.4
<i>L. esculentum</i> Mill.	10	559	57.6	36.1	6.3	0	0	0	0
	20	253	2.4	15.8	17.8	16.2	47.8	0	0
	30	281	0	0	1.4	9.6	48.4	40.6	0

a: Rates of development were expressed as percentage of number of nematodes in each stage to the total number of nematodes examined.

b: A, undeveloped, B, slightly or moderately thickened, C, thickened forms having hemispherical end with "spike" like tails.

られなかった。

根量が各植物間で大きく異なったので根 1 g 当たりの寄生虫数で比べたところ、結果は根系当たりの総寄生虫数の場合と同じ傾向となった。このことから、ここでみられた各植物間の侵入率の差異は、根量の多少による侵入機会の多少によるものではなく、植物のもつ性質の違いによるものと考えられた。シラトロは本線虫の侵入を著しく受けやすい植物、逆にエビスグサやラッカセイは侵入を受けにくい植物であるとみられる。

接種後の日数と寄生虫数の関係は、植物によって明らかに異なった。対照として用いた寄主植物のトマトとソルゴーでは10日目に比べて20日目の寄生虫数が多く、30

日目でも10日目のそれを上回った。一方、対抗植物のホウキモロコシ及びクロクラリアにおいても同じ傾向がみられた。エビスグサの場合は、寄生虫数は少ないながら緩慢な増加の傾向を示した。これに対してギニアグラス、ラッカセイ及びフレンチマリーゴールドでは時間の経過とともに寄生虫数は低下して行き、20日あるいは30日後にはほとんどゼロとなった。

根組織中の寄生虫の发育ステージは植物によってさらに明瞭な違いを示した。第2表にまとめた通り、好適寄主のトマトでは、接種後10日目まではすべて第2期幼虫であり、そのうち42%が多少の肥大個体であった。20日目になると約50%がはやくも雌成虫に達していた。30日

目には約90%が雌成虫になっており、40%もの雌がすでに産卵期に達していた。トマトでは雄成虫に分化した個体は認められなかった。同じく対照として用いた、ソルゴーにおいては、線虫の発育はトマトより若干遅れたが初期には比較的速やかな発育を示し、20日目には40%以上が第3～第4期幼虫となり、一部に未産卵の雌成虫も認められた。しかし、30日後においては雌成虫の割合は10%以下にとどまり、産卵中の個体は2.2%にすぎなかった。このことから、この品種のソルゴーは寄主としての適性はトマトに比べ劣ると考えられる。

対抗植物についてみると、ホウキモロコシにおける発育経過は20日目まではソルゴーの場合と変わらなかった。しかし、その後30日目になっても雌の産卵個体は認められず、代りに、雄成虫の割合が高まった。シラトロでは、第2期幼虫の発育は速やかで、10日目の肥大個体ははやくも約40%にも達した経過は、トマトの場合に類似した。しかし、この植物では次のステージへの発育が遅れ、30日目でも第3、4期幼虫はわずか、1.2%にとどまった。クロタラリアとエビスグサでの発育の遅延はさらに顕著で、クロタラリアでは第2期幼虫の肥大が認められたのは20日目になってからであり、30日後においても第3、4期幼虫に達した個体はみられなかった。また、エビスグサでは30日目になってようやく多少の肥大を示す第2期幼虫が現われたただけであった。ギニアグラス、ラッカセイ及びフレンチマリーゴールドにおいては、侵入した幼虫の成長・発育はまったくみられなかった。

考 察

対抗植物の密度抑制様式は大きく二つの型に分けることができるようである。一つは、対抗植物の分泌する何らかの物質が根外で線虫に作用して密度を抑制する場合であり、他の一つは、根に侵入した線虫に対して根の組織内で作用する場合である。前者の例としてはユミハリセンチュウ類に対するアスパラガスの作用が知られ、線虫密度抑制効果は根の分泌する有効成分の根組織外における殺虫作用によるといわれる (ROHDE and JENKINS, 1958)。後者の例はマリーゴールドの場合である。この植物は根に殺線虫物質 (α -terthienyl など) を含むが (UHLENBROEK and BIJLOO, 1958, 1959)、密度抑制効果は根に侵入した線虫に対する殺線虫作用によるとされている (SUATOMADJI, 1969)。

この試験の結果によれば、幼虫は例外なくどの植物の根にも侵入した。しかし、植物により侵入率の高いものと低いものの2群が認められた (第3表)。前者にはエビスグサ、ラッカセイ及びギニアグラスが含まれ、後者にはフレンチマリーゴールド、シラトロ、クロタラリア、

Table 3. Summary of the results concerning penetration and development of *M. incognita* on the 9 kinds of plants

Plant	Rate of penetration	The most advanced stage
<i>A. hypogaea</i> L.	low	no development
<i>P. maximum</i> Jacq.	low	no development
<i>T. patula</i> L.	moderate	no development
<i>C. obtusifolia</i> L.	very low	moderately-thickened 2nd stage larvae
<i>Cr. spectabilis</i> Roth.	moderate	well-thickened 2nd stage larvae
<i>M. atropurpureum</i> Moc & Sesse.	high	3rd stage larvae
<i>S. bicolor</i> Moench var. <i>hoki</i> Ohmi	moderate	adult females with no eggs and males
<i>S. bicolor</i> Moench	moderate	egg-laying females and males
<i>L. esculentum</i> Mill.	high	egg-laying females

ホウキモロコシ、及び対照のソルゴーとトマトが含まれた。侵入率の低かった3種の植物においては、根内での殺線虫作用と同時に、根外での密度抑制作用が推察される。しかし、その作用はアスパラガスにみられるような殺線虫物質の分泌によるものか、それとも別の作用機構によるものかは全く不明であり、今後に残された問題である。

一方、相当数の侵入の認められた各対抗植物においては、密度抑制効果は専ら根による線虫の捕捉作用によると思われる。ここに供試した植物は、侵入後の発育速度と到達した齢期、及び雌雄の分化率によって次の4段階に区分することができる：(1)侵入幼虫の成長発育がまったく起こらないもの (ラッカセイ、ギニアグラス、フレンチマリーゴールド)、(2)幼虫の肥大成長はみられるが、第3期への脱皮が起こらないもの、ないし、起こりにくいもの (エビスグサ、クロタラリア、シラトロ)、(3)幼虫の発育は比較的速いが、雄の分化・出現率が高く、雌の産卵数は少ないもの (ホウキモロコシ、ソルゴー)、(4)発育が速く、雄の分化・出現率が低く、雌の産卵数の多いもの (トマト)。

これらのうち、(1)の植物では侵入後のごく初期から幼虫に対する植物の作用が働いたことは明らかであり、マリーゴールドについては周知のとおり、殺線虫成分が作用したとしても、他の2植物の場合も、同様の殺線虫物質の作用によるものか、それとも、ファイトアレキシンの生成 (VEECH, 1982)、または抵抗性の作物で知られているような別のメカニズム (VEECH, 1981) が関与しているのかは明らかでない。(2)では、成長・発育に

必要な巨大細胞は形成されるが、脱皮に必要な物質の不足、不均衡ないし脱皮阻害物質の存在などの関与が示唆される。この点は線虫の脱皮生理に関連した植物の影響ともみられ、これらの対抗植物の作用機作を解明する上で重要な手がかりになるものと思われる。(3)の雄の多発生は他の抵抗性作物等でもよく知られた現象であり(FASSULIOTIS, 1970)、雌として発育するために必要な栄養量の不足、不均衡などの関係が推測される。(4)は好適寄主植物の場合である。

以上にみた通り、対抗植物には種類によって性質の違いがあり、密度抑制機構は必ずしも一様ではないことが示唆された。今後は本試験で明らかとなった問題点についてさらに解析をすすめたい。

引用文献

1) 近岡一郎・大林延夫・椎名清治 (1971) 神奈川県農業試験機関共同研究報告2: 1-50.

2) DAULTON,

R. A. C., and CURTIS, R. F. (1963) *Nematologica* 9: 357-362. 3) FASSULIOTIS, G. (1970) *J. Nematol.* 2: 174-178. 4) OOSTENBRINK, M., KUIPER, K., and s'JACOB, J. J. (1957) *Nematologica* 2(Suppl.): 427-433S. 5) ROHDE, R. A., and JENKINS, W. R. (1958) *Univ. Md. Agric. Exp. Sta. Bull.* A-97: 19 pp. 6) SUATOMADJI, R. W. (1969) Studies on the effect of *Tagetes* species on plant parasitic nematodes. Dissertation, University of Utrecht, Wageningen, 133 pp. 7) VEECH, J. A. (1981) In: *Plant parasitic nematodes*, Vol. 3 (ZUCKERMAN, B. M., and ROHDE, R. A., eds.), Academic Press: 377-403. 8) VEECH, J. A. (1982) *J. Nematol.* 14: 2-9. 9) UHLENBROEK, J. H., and BIJLOO, J. D. (1958) *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas* 77: 1004-1009. 10) UHLENBROEK, J. H., and BIJLOO, J. D. (1959) *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas* 78: 382-390.

(1983年6月4日 受領)

秋ダイズに対するサツマイモネコブセンチュウ及び ジャワネコブセンチュウの寄生性

古賀 成司・小代 寛正 (熊本県農業試験場園芸支場)

Host reaction of autumn soybean to the root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. Seiji KOGA and Tomomasa SHODAI (Horticultural Branch, Kumamoto Agricultural Experiment Station, Nishigoshi-cho, Kumamoto 861-11)

熊本県の開田転換畑においては、麦-ダイズ、タバコ-ダイズ体系は主要な作付体系となっているが、連作栽培が多いためダイズにネコブセンチュウの被害が発生し、問題となっている。そこで、ダイズに対するネコブセンチュウの影響について根箱試験を行った結果、若干の知見を得たので報告する。

この試験を行うにあたり、貴重な御助言と供試ネコブセンチュウを提供していただいた九州農業試験場中園和年線虫研究室長、佐野善一主任研究官ならびに荒城雅昭技官に対して深謝の意を表する。

材料及び方法

秋ダイズは本県の奨励品種であるフクユタカとアキヨシを供試した。供試線虫は単一卵のうから増殖したサツマイモネコブセンチュウおよびジャワネコブセンチュウで、オートクレーブ殺菌した厚層腐植質黒ボク土(赤井統)にキュウリを栽培してネコブセンチュウの増殖を図

り、供試土壌とした。試験区はダイズ2品種とネコブセンチュウ2種を組合せた4処理区とし、長さ30cm×幅6cm×高さ30cmの両面ガラス張り根箱を用い、それぞれ3反覆で実施した。根箱には供試土壌2kgに対し、オートクレーブ殺菌した堆肥1.5kgおよび化成肥料(成分含量(%) N: 3, P₂O₅: 10, K₂O: 10) 6gを施用し、均一に混合後充填した。ダイズは1箱当り2株、2本立てとし、8月18日から11月10日まで連棟ビニルハウスにおいて栽培した。

なお、根の観察を容易にするため、根箱を約30度傾けて設置し、ダイズ根がガラス面に沿って伸長するように配慮するとともに、根部は発泡スチロール板およびシルバーポリを用いて遮光につとめた。9月22日、各区とも3反覆の内、1箱について線虫密度および根の調査を行った後、土壌のみを根箱に充填し、ハウセンカによる植物検定を実施した。ハウセンカは10月1日から11月10日まで栽培し、根のゴール形成程度を調査した。